

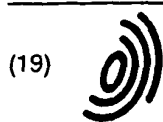
## Device for stirring up gas flowing through a duct having a structural insert positioned at an acute angle to a main gas stream

Patent Number: ☐ [US6135629](#)  
Publication date: 2000-10-24  
Inventor(s): DOHMANN JOACHIM (DE)  
Applicant(s): BABCOCK ANLAGEN GMBH (DE)  
Requested Patent: ☐ [EP0956897](#), [A3](#)  
Application Number: US19990231430 19990114  
Priority Number(s): DE19981020992 19980511  
IPC Classification: B01F5/00  
EC Classification: [B01F5/04C13B](#), [B01F5/06B3B7](#)  
Equivalents: ☐ [DE19820992](#), ☐ [JP2000061283](#) (JP00061283), PL333040

### Abstract

A device for stirring up gas flowing through a duct (2) accommodating one or more flat insertion structures (1) positioned at an acute angle to the main gas stream. Each structure constitutes an eddy-generating surface with a freely washed forward edge directed toward the oncoming gas and facing partly along and partly across the flowing gas. Each structure can be contoured in cross-section. The object is to decrease the weight of the structures. Each structure is accordingly basically a trapezium with two parallel edges of different length, the shorter edge of the installed structure facing upstream and the longer edge provided with an aerodynamic sweep and facing downstream. The structure is also accordingly folded along three straight lines (3) to form an omega or w in cross-section, with two convex folds (5) flanking a single concave fold (4).

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 956 897 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B01F 5/06, B01F 5/04

(21) Anmeldenummer: 99108479.9

(22) Anmeldetag: 30.04.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Dohmann, Joachim Dr.  
46149 Oberhausen (DE)

(74) Vertreter:  
Radünz, Ingo, Dipl.-Ing.  
Eduard-Schloemann-Strasse 55  
40237 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: 11.05.1998 DE 19820992

(71) Anmelder:  
DEUTSCHE BABCOCK ANLAGEN GMBH  
46049 Oberhausen (DE)

## (54) Vorrichtung zur Durchmischung eines einen Kanal Durchströmenden Gases

(57) Zur Durchmischung eines Gasstromes sind in dem Kanal (2) ein oder mehrere flächenförmige Einbauelemente (1) angeordnet, die gegenüber der Strömungsrichtung des Gasstromes unter einem spitzen Winkel angestellt sind. Das Einbauelement (1) ist als wirbelerzeugende Fläche mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten ausgebildet, deren Verlauf sowohl eine in Strömungsrichtung des Gasstromes als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist. Das Einbauelement (1) weist die Grundform eines Trapezes mit zwei parallelen ungleich langen Kanten auf, dessen kurze Kante in der Einbauposition der Strömungsrichtung des Gasstromes entgegen weist, und dessen lange Kante mit einer Pfeilung versehen ist und in Strömungsrichtung weist. Das Einbauelement (1) ist entlang von drei geraden Linien (3) derart abgekantet, daß zur Anströmung des Gasstromes hin beidseitig einer konkaven Wölbung (4) zwei konvexe Wölbungen (5) in Form eines  $\omega$  (Omega) oder eines W gebildet sind.



Fig. 3

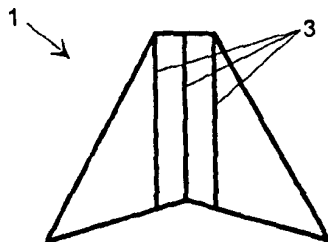


Fig. 2

EP 0 956 897 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchmischung eines einen Kanal durchströmenden Gasstromes mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren unter Verwendung der Vorrichtung.

**[0002]** Vorrichtungen zur Durchmischung eines Gasstromes sind bei der Nachbehandlung von Rauchgasen erforderlich, die bei der Verbrennung von Kohle, Müll, Klärschlamm oder anderen Brennstoffen entstehen. Diese Rauchgase enthalten einige unerwünschte, aber nicht vermeidbare Schadstoffe, die in einer der Verbrennung nachgeschalteten Rauchgasreinigungsanlage entfernt werden. Zu diesen Schadstoffen gehören Stickoxide, die durch die Zugabe eines Reduktionsmittels zu dem Rauchgas reduziert werden.

**[0003]** In einigen bekannten Verfahrensvarianten besteht das Reduktionsmittel aus einem Ammoniak-Wasser-Gemisch, das mittels pneumatischer Düsen in Form von feinen Tropfen dem Rauchgas zugegeben wird. Aufgrund der hohen Temperatur verdampfen diese Tropfen rasch. Dabei geht das Reduktionsmittel von der flüssigen Phase in die Gasphase über. Das auf diese Art mit dem Reduktionsmittel angereicherte Rauchgas wird einem Katalysator zugeführt, in dem der Abbau der Stickoxide stattfindet. Zur erfolgreichen Durchführung des Verfahrens ist es erforderlich, die Konzentrationen beider Reaktionspartner im Rauchgas aufeinander abzustimmen. Bei zu geringer örtlicher Dosierung des Reduktionsmittels wird nur ein unvollständiger Abbau der Stickoxide erreicht, was dann unerwünscht sein kann, wenn im zeitlichen Mittel geringe Stickoxid-Emissionen erreicht werden sollen. Andererseits würde eine örtliche Überdosierung des Reduktionsmittels in der Regel zu einem Verbleib des Reduktionsmittels im Rauchgas und damit zu einer unerlaubten Emission dieses Stoffes führen. Zur Durchführung des Verfahrens ist damit eine intensive, gleichförmige Vermischung des Rauchgases mit dem Reduktionsmittel eine erfolgsbestimmende Voraussetzung. Ferner ist der Abbau örtlicher Temperaturunterschiede ratsam, die aus einer ungleichförmigen Beaufschlagung des Wärmetauschers oder aus dem Betrieb des im Rauchgaskanal integrierten Brenners herrühren können. Ungleichförmige örtliche Profile der zeitlich gemittelten Temperatur des Rauchgases begrenzen wegen der Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit den erreichbaren Abscheidegrad des Reaktors zur Reduktion der Stickoxide. Zeitliche Schwankungen der Temperatur hingegen werden in gewissem Umfang durch die thermisch träge Masse des Katalysatormaterials ausgeglichen.

**[0004]** Der Abbau örtlicher Konzentrationsunterschiede und örtlicher Temperaturunterschiede wird nach dem Stand der Technik durch die Verwendung statischer Mischer erreicht. Bekannt sind in den Rauchgaswegen installierte, sich kreuzende Rohrregister zur

Einbringung des Reduktionsmittels. Diese Zuteiler-Rohrregister verfügen über eine große Anzahl von Austrittspunkten für das Reduktionsmittel. Eine Vermischung des Rauchgases mit dem Reduktionsmittel wird erreicht durch im Strömungsnachlauf der Einzelrohre entstehende Wirbel. Die erreichbare Güte der Vermischung ist technisch durch die Anzahl der verwendeten Rohre begrenzt. Zudem weist ein aus gekreuzten Rohren gebildetes Eindüsungsgitter einen erheblichen, unerwünschten Druckverlust auf.

**[0005]** Gute Mischergebnisse werden auch dann erreicht, wenn einzelne Teilbereiche eines Rauchgasstromes in eine Drallbewegung versetzt werden, wobei die Achse der Drehbewegung in Richtung der Hauptströmungsrichtung weist. Ein bekannter statischer Gasmischer weist ein Mischelement auf, das durch eine um die Hauptachse des Rauchgasweges verwundene und damit gekrümmte Fläche gebildet ist. Die Aneinanderreihung mehrerer Mischelemente dieser Art führt zu einer guten Vermischung. Der Nachteil dieses Mixers ist zum einen in seiner komplizierten, räumlich gekrümmten Struktur zu sehen. Zum anderen erstreckt sich ein einzelnes Mischelement quer über den gesamten Rauchgasweg.

**[0006]** Bei einem anderen Gasmischer der genannten Art wird ein Mischelement verwendet, das die Nachlaufströmung von an der Kanalwand angebrachten Mischerplatten ausgenutzt. Diese Mischelemente bestehen aus näherungsweise trapezförmigen Flächenstücken, die an der Trapezbasis an der Wand befestigt sind. Drei Kanten des Flächenelementes sind vom Rauchgas frei umspült. Die Elemente sind in Hauptströmungsrichtung geneigt. Haltestege befinden sich zur Befestigung in der Kehle zwischen dem Mischelement und der Wand, also im Ablösegebiet der Strömung. Diese Mischelemente erzeugen zwei gegensinnig orientierte Wirbel mit Geschwindigkeitskomponenten quer zur Hauptströmungsrichtung. Dieses Wirbelpaar intensiviert Mischungsvorgänge in der Gasphase. Die Verwendung mehrerer Mischelemente soll eine gute Vermischung sicherstellen. Nachteilig ist die relativ lange, an der Kanalwand anliegende Kante des Mischelementes.

**[0007]** Andere bekannte statischer Mischer (DE-A-4 123 161) enthalten eine Gruppierung dreieckförmiger Flächenelemente. In diesem Fall wird ein Kanalquerschnitt durch einen Rahmen in eine Anzahl rechteckiger Felder unterteilt. In jedem Feld ist ein dreieckförmiges oder trapezförmiges Leitblech angebracht, das gegenüber der Gasströmungsrichtung geneigt ist.

**[0008]** Eine gattungsgemäße Vorrichtung, die der Vermischung mehrerer Gasströme oder der Einmischung eines flüssigen Kühlmediums in einen Gasstrom dient, sind aus den Druckschriften DE-C-2 911 873, DE-U-8 219 268, EP-B-0 637 726 bekannt. Bei dieser Vorrichtung werden ebene Einbauelemente in der Form symmetrischer Flächen verwendet. Die Kanten dieser Einbauelemente sind allseitig frei von den zu mischen-

den Fluiden umspült. Diese Einbauelemente werden derart unter einem spitzen Winkel zur Strömungsrichtung geneigt in die Rauchgasströmung eingebracht, daß an deren Vorderkante ein Ablösewirbel entsteht, der in den genannten Druckschriften als Vorderkantenwirbel bezeichnet ist. Dieser Vorderkantenwirbel weist ebenfalls Geschwindigkeitskomponenten quer zur Hauptströmungsrichtung auf, wodurch die Mischvorgänge intensiviert werden. Die Einbauelemente der bekannten Vorrichtung sind mit kreisförmiger, elliptischer, ovaler, parabelförmiger, rautenförmiger oder dreieckförmiger Grundform ausgeführt. Sie können im Querschnitt profiliert oder mit einem abgewinkeltem Rand versehen oder V-förmig gewinkelt sein.

[0009] Nachteilig an statischen Mischern dieser bekannten Bauform ist die Art der Einbringung in den Rauchgasweg. Durch die allseitige freie Umspülung der Kanten des Einbauelementes ist ein separates Tragwerk erforderlich (DE-U-8 219 268). Die Form der Einbauelemente bewirkt, daß durch die Rauchgasströmung Kräfte induziert werden, die instationär sind und sich in dem Bauteil als Schwingung bemerkbar machen. Die Tragwerke zur Befestigung dieser Einbauelemente sind zur Aufnahme mechanischer Spannungen, die aus der strömungsinduzierten Schwingung resultieren, auszuliegen. Dies führt in ungünstiger Weise regelmäßig zu schweren Tragwerken mit großen Widerstandsmomenten. Das hohe Gewicht der Tragwerke stellt einen gravierenden Nachteil dar, da verfahrensbedingt sich die Einbauposition dieser Einbauelemente in Reaktoren zur Reduktion von Stickoxiden meist in großer Höhe befindet, was wiederum den statischen Aufbau des Gesamtreaktors und die Montage ungünstig beeinträchtigt.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Einbauelemente der gattungsgemäßen Vorrichtung derart zu gestalten, daß ihr Gewicht und das Gewicht der sie tragenden Tragwerke verringert werden kann.

[0011] Dieser Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Ein Verfahren unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in dem Anspruch 17 angegeben.

[0012] Die erfindungsgemäß geformten Einbauelemente erzeugen eine Wirbelschlepe mit Strömungskomponenten quer zur Hauptströmungsrichtung, die die Durchmischung des Gasstromes intensivieren. Die Abkantung des Einbauelementes entlang gerader Linien unter Bildung der Omega- oder W-Form erhöht die mechanische Stabilität des Einbauelementes, so daß dieses dünner und damit gewichtssparend ausgeführt werden kann. Zusätzlich läßt die Omega- oder W-Form den Einbau von Spannten oder Knotenblechen zur weiteren Verringerung des Gewichtes und/oder zur Erhöhung der mechanischen Stabilität des Einbauelementes zu. Da diese Versteifungselemente auf der strömungsabgewandten Seite angebracht werden können,

wirken sie sich nicht störend auf den Verlauf der Gasströmung aus. Weiterhin kann das Tragwerk zur Befestigung des Einbauelementes in dem Kanal innerhalb der mittigen konkaven Wölbung auf der angeströmten Seite des Einbauelementes untergebracht werden. Das Tragwerk liegt damit anders als beim Stand der Technik außerhalb der Wirbelfelder, so daß diese nicht ungünstig beeinflußt werden. Das Tragwerk kann daher leichter ausgeführt werden.

[0013] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Draufsicht auf ein Einbauelement,

Fig. 2 die Draufsicht auf das Einbauelement nach Fig. 1 mit Abkantlinien,

Fig. 3 die Frontansicht des Einbauelementes nach Fig. 2,

Fig. 4 die Draufsicht auf ein anderes Einbauelement,

Fig. 5 die Seitenansicht eines in einen Kanal eingebauten Einbauelementes

Fig. 6 die Ansicht senkrecht zur Seitenansicht nach Fig. 5. und

Fig. 7 die Anordnung mehrerer Einbauelemente.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Durchmischen eines Gasstromes verwendet flächenförmige Einbauelemente 1, deren Wirkungsweise und Anordnung innerhalb eines Kanals 2 später beschrieben werden.

[0015] Zunächst sei an Hand der Fig. 1 und 2 die geometrische Form des Einbauelementes 1 erörtert: Diese Form leitet sich von einem gedachten, ebenen Flächenelement in Form eines Trapezes ab, das im dargestellten Fall symmetrisch ist, aber auch unsymmetrisch sein kann. Das Einbauelement 1 entsteht durch einfaches oder mehrfaches Abkanten des ebenen, gedachten Flächenelementes. Das Trapez weist die Seiten a, b, c, d und die Höhe h auf.

[0016] Die Seiten a und c sind parallel zueinander, wobei die längere Seite a die Trapezbasis darstellt. Das Flächenelement ist mit einer von der Trapezbasis a ausgehenden Pfeilung versehen. Die Pfeilung ist durch eine gewinkelte Einsparung des Flächenelementes entstanden, die von der Trapezbasis a ausgeht.

[0017] Das Pfeilen des Einbauelementes 1 führt zum einen zu einer weiteren Gewichtsersparnis, zum anderen dient es im Einbauzustand des Einbauelementes der Optimierung des Abstandes zwischen den Hinterkanten des Einbauelementes und der zugehörigen Kanalwand. Außerdem dient die Pfeilung der Minderung instationärer Bewegungsanteile der Rauchgasströmung.

[0018] Die zugehörige Pfeilungshöhe ist in der Fig. 1 mit +p bezeichnet. Die Trapezbasis a ist daher nur eine gedachte Linie. Die Pfeilungshöhe kann auch negative Werte annehmen und durch einen von der Trapezbasis

ausgehenden Vorsprung gebildet sein. In diesem Fall geht die Form des gepfeilten Trapezes in die mathematische Form eines Drachens allerdings mit gekappter Spitze über. Eine solche negative Pfeilungshöhe ist in Fig. 4 gezeigt. Die zu wählende Pfeilungshöhe hängt von der Höhe  $h$  des gedachten Trapezes ab. Der absolute Betrag des Verhältnisses zwischen der Höhe  $h$  des gedachten Trapezes und der Pfeilung  $p$  liegt innerhalb der Grenzen zwischen 0,1 und 0,75, so die Beziehung besteht:

$$0,1 < \left| \frac{p}{h} \right| < 0,75$$

[0019] Das Einbauelement 1 wird so in einen von einem Gasstrom durchströmten Kanal 2 eingebaut, daß die kurze Seite  $c$  in der Einbauposition der Hauptströmungsrichtung entgegen weist. Die kurze Seite des gedachten Trapezes wird damit zur Kopfkante. Die Seiten des gedachten Trapezes bilden die Seitenkanten des Einbauelementes 1, und die durch die Pfeilung entstandene, in Strömungsrichtung weisende Kante wird zur Hinterkante.

[0020] Die Schwereachse des Einbauelementes 1 ist gegenüber der Hauptströmungsrichtung des Gasstromes in einem Winkel angestellt. Infolge der Anstellung entsteht eine der Hauptströmung zugewandte Seite (Unterseite) und eine von der Hauptströmung abgewandte Seite (Oberseite). Zusätzlich kann die Schwereachse gegenüber der Hauptströmungsrichtung um einen Winkel verdreht sein, was bei symmetrischen Einbauelementen 1 zu einer asymmetrischen Anströmung des Einbauelementes durch den Gasstrom führt.

[0021] Zur mechanischen Stabilisierung ist das oben beschriebene Einbauelement entlang von drei geraden Linien 3 abgekantet. Die als Hauptachse bezeichnete, mittlere dieser Linien 3 fällt vor dem Abkanten mit der Schwereachse des Flächenelementes zusammen. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, können die Linien 3 parallel zueinander verlaufen, wobei sie von der Kopfkante ausgehen und in der Hinterkante enden. Gemäß Fig. 4 können die beiden äußeren der Linien 3 auch einen in Richtung auf die Hinterkante sich schließenden Winkel bilden, wobei die Hauptachse die Winkelhalbierende bildet. Bei dieser Ausführungsform enden die Abkantlinien ebenfalls an der Hinterkante, gehen aber von den Seitenkanten des Einbauelementes 1 aus.

[0022] Wie in der Fig. 3 gezeigt ist, wird ausgehend von einer ebenen Platte das Einbauelement 1 entlang der Linien 3 so abgekantet, daß im Querschnitt des Einbauelementes 1 die Form des griechischen Buchstabens  $\omega$  bzw. des lateinischen Buchstabens W entsteht. Das abgekantete Einbauelement 1 wird so in den Gasstrom eingesetzt, daß zur Anströmung hin im mittleren Bereich eine konkave Wölbung 4 und beiderseits dieser konkaven Wölbung 4 zwei konvexe Wölbungen 5 gebildet sind.

[0023] Durch das Abkanten sind vier Flächen entstanden, die winklig an den Abkantlinien 3 aneinander stoßen. Dabei bilden die beiden inneren Flächen die in bezug auf die Anströmung des Gasstromes konkave Wölbung 4. Jeweils eine innere Fläche und eine äußere Fläche bilden die konvexen Wölbungen 5. Die äußeren Flächen verbreitern sich in Strömungsrichtung und sind zumindest an ihrer breitesten Stelle breiter als die inneren Flächen. Die beiden äußeren Flächen schließen einen Winkel von etwa  $120^\circ$  ein, während der von den inneren Flächen gebildete Winkel etwa  $90^\circ$  beträgt. Der von den beiden äußeren Flächen eingeschlossene Winkel kann zwischen  $90^\circ$  und  $180^\circ$ , und der von den beiden inneren Flächen eingeschlossene Winkel kann zwischen  $0^\circ$  und  $120^\circ$  variieren.

[0024] In den Fig. 5 und 6 ist gezeigt, wie ein einzelnes Einbauelement 1 in einen von dem Rauchgas aus einem Verbrennungsprozeß durchströmten Kanal 2 eingebaut ist. Man erkennt, daß die Hauptachse des Einbauelementes 1 in einem Winkel zur Strömungsrichtung des Rauchgases ausgerichtet ist. Die Strömungsrichtung ist durch den Pfeil 6 angezeigt. In dieser Einbauposition weisen die Kopfkante und die Seitenkanten des Einbauelementes 1 gegen die Strömungsrichtung. Die in Strömungsrichtung weisende Hinterkante ist gemäß Fig. 5 parallel zu einer der Wände des Kanals 2 ausgerichtet. Die Hinterkante kann auch unter einem geringen Winkel gegen die Wand des Kanal 2 geneigt sein.

[0025] Das Einbauelement 1 ist auf einem Träger 7 befestigt, der an zwei gegenüber liegenden Wänden des Kanals 2 abgestützt ist. Dieser Träger 7 ist auf der von dem Rauchgas angeströmten Unterseite des Einbauelementes 1 innerhalb der konkaven Wölbung 4 angeordnet. Bei der Anordnung an dieser Stelle übt der Träger 7 keine ungünstige Beeinträchtigung auf das Strömungsfeld des am Rand strömenden Rauchgases aus.

[0026] Auf der Oberseite des Einbauelementes 1 sind innerhalb der beiden äußeren, zur Anströmung hin konvexen Wölbungen 5 Spannten 8 oder Knotenbleche angeordnet. Diese Spannten 8 verbinden jeweils zwei Schenkel des Omega-förmigen Einbauelementes 1 miteinander und erhöhen auf diese Weise die mechanische Stabilität des Einbauelementes 1. Da die Spannten 8 auf der strömungsabgewandten Seite des Einbauelementes 1 angebracht sind, wirken sie sich nicht störend auf den Verlauf der Gasströmung aus.

[0027] Die Kopfkante und die Seitenkanten des in dem Rauchgasstrom liegenden Einbauelementes 1 sind von dem Rauchgas allseitig umspült. Dadurch entstehen an der Kopfkante und an den Seitenkanten Ablösungswirbel, die sich stromabwärts keisegelförmig ausbreiten und ein Wirbelfeld bilden, das durch seine Rotation eine Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung erzeugt. Diese Querströmungskomponente führt durch den mit ihr verbundenen Impulsaustausch quer zur Strömungsrichtung zu einer

guten Durchmischung des Rauchgasstromes.

[0028] Die günstige Einwirkung des Einbauelementes 1 auf die Durchmischung des Rauchgasstromes läßt sich in vorteilhafter Weise auf die Zumischung eines Reduktionsmittels zu dem Rauchgas zum Zweckes der Reduktion der in dem Rauchgas vorhandenen Stick-  
oxide anwenden. Als Reduktionsmittel wird ein Ammoniak-Wasser-Gemisch verwendet, das mit Hilfe von Luft in zerstäubter Form in das Rauchgas eingeblasen wird. Das Einblasen erfolgt über eine mit einem Austrittskopf 9 versehene Lanze 10. Diese Lanze 10 ist so in den Kanal 2 eingesetzt, daß sich der Austrittskopf 9 in dem durch das Einbauelement 1 erzeugten Windschatten befindet. Die Gase innerhalb des windschattens mischen sich mit dem Rauchgas der Hauptströmung. Hierdurch wird eine sehr gleichmäßige Einmischung des Reduktionsmittels in das Rauchgas erreicht. Auf diese Weise können örtliche Unter- oder Überkonzentrationen des Reduktionsmittels im Rauchgas sowie örtliche Temperaturunterschiede vermieden werden.

[0029] Zur Unterstützung des Vermischungseffektes sind in dem Einbauelement 1 Durchbrechungen 11 oder Löcher angeordnet. Durch diese Durchbrechungen 11 gelangt Rauchgas in geringem Umfang von der angeströmten Seite zur Abströmseite des Einbauelementes 1. Diese Durchbrechungen 11 können durch einfaches Ausschneiden des das Einbauelement 1 bildenden Bleches hergestellt werden. Vorteilhafter im Sinne der Erzeugung zusätzlicher Turbulenzen ist die Anfertigung von Durchbrechungen 11 durch Anbringen von Schlitz-  
en in das Blech des Einbauelementes 1 und durch Ausbiegen des der Durchbrechung 11 entsprechenden Flächenelementes aus der Blechebene. Bei Anbringung von zwei Schlitz-  
en, die einen Winkel einschließen und sich in einem Punkt schneiden, läßt sich aus dem Blech ein Dreieck ausbiegen. Dieses Dreieck wirkt für den durch die Durchbrechung 11 durchtretende Rauchgasteilstrom als Ablösekante. Dieser Teilstrom wird dadurch zur turbulenten Mischung angeregt. Rauchgas und Reduktionsmittel, die im Windschatten des Gebietes vorhanden sind, erfahren eine turbulente Durchmischung mit dem durch die Durchbrechung 11 hindurchtretenden Rauchgasteilstrom. Die Größe der hierdurch entstehenden Wirbel entspricht näherungsweise dem Durchmesser der Durchbrechung 11 im Einbauelement 1. Diese Wirbel sind demnach stets kleiner in den Abmessungen als die größten Wirbelelemente, die durch das Einbauelement 1 selbst entstehen. Der Vorteil der Anordnung besteht nun darin, daß zunächst eine Mischung des Reduktionsmittels in Wirbelstrukturen mittlerer Abmessungen vollzogen wird. Erst anschließend werden diese mittelgroßen Wirbelstrukturen turbulent durch Wirbelstrukturen der größten Abmessungen vermischt. Hierdurch werden insgesamt kürzere Mischlängen erreicht. Es sei darauf hingewiesen, daß in der Fig. 6 verschiedene Formen der Durchbrechungen 11 gezeigt sind. In der Praxis wird man jeweils nur eine dieser Formen verwenden.

[0030] In den Fig. 5 und 6 ist in dem Kanal 2 nur ein einziges Einbauelement 1 eingezeichnet. Es kann aber vorteilhaft sein, in einem Kanal 2 mehrere dieser Einbauelemente 1 näherungsweise in einer Ebene anzuordnen (Fig. 7). Dabei sind verschiedene Anordnungen möglich. So können die Einbauelemente 1 näherungsweise in einer Ebene angeordnet sein, die senkrecht zur Strömungsrichtung orientiert ist. Die Einbauelemente 1 können auch durch Aneinanderreihung mehrerer Elemente in einer Ebene angeordnet sein, die in Strömungsrichtung orientiert ist. Weiterhin können die Einbauelemente 1 auch in einer oder in mehreren Ebenen aneinander gereiht sein, die schräg zur Strömungsrichtung verläuft bzw. verlaufen. Hierdurch entsteht eine gestaffelte, formierte Anordnung von Einbauelementen 1. Speziell diese Anordnung kann dazu beitragen, den Strömungswiderstand bzw. den rauchgasseitigen Druckverlust zur Überwindung der Strömungswiderstände der Gesamtanordnung weiter zu verringern.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchmischung eines einen Kanal (2) durchströmenden Gasstromes, wobei in dem Kanal (2) ein oder mehrere flächenförmige Einbauelemente (1) angeordnet sind, die gegenüber der Strömungsrichtung des Gasstromes unter einem spitzen Winkel angestellt sind, wobei das Einbauelement (1) als wirbelerzeugende Fläche mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten ausgebildet ist, deren Verlauf sowohl eine in Strömungsrichtung des Gasstromes als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist und wobei das Einbauelement (1) im Querschnitt profiliert ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbauelement (1) die Grundform eines Trapezes mit zwei parallelen ungleich langen Kanten aufweist, dessen kurze Kante in der Einbauposition der Strömungsrichtung des Gasstromes entgegen weist, und dessen lange Kante mit einer Pfeilung versehen ist und in Strömungsrichtung weist und daß das Einbauelement (1) entlang von drei geraden Linien (3) derart abgekantet ist, daß zur Anströmung des Gasstromes hin beidseitig einer konkaven Wölbung (4) zwei konvexe Wölbungen (5) in Form eines  $\omega$  (Omega) oder eines W gebildet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Linien (3), entlang derer das Einbauelement (1) abgekantet ist, in der kurzen, angeströmten Kante und/oder den angeströmten Seitenkanten beginnen und in der Pfeilung der in Strömungsrichtung weisenden Kante enden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Linie (3), entlang der das Einbauelement (1) abgekantet ist, in der

Symmetrieachse des symmetrischen Einbauelementes (1) verläuft.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle drei Linien (3), entlang derer das Einbauelement (1) abgekantet ist, parallel verlaufen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden äußeren Linien (3), entlang derer das Einbauelement (1) abgekantet ist, einen sich in Strömungsrichtung schließenden Winkel mit der mittleren Linie (3) als Winkelhalbierende bilden.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die durch das Abkanten entstandenen äußeren Flächen des Einbauelementes (1) miteinander einen Winkel von 90° bis 180°, vorzugsweise 120° bilden.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die durch das Abkanten entstandenen inneren Flächen des Einbauelementes (1) miteinander einen Winkel von 0° bis 120°, vorzugsweise 90° bilden.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag des Verhältnisses aus der Pfeilung  $p$  zu der Höhe  $h$  des gedachten Trapezes  $\left|\frac{p}{h}\right|$  zwischen 0,1 und 0,75 liegt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbauelement (1) derart geneigt in dem Kanal (2) eingebaut ist, daß die in Strömungsrichtung weisenden Kanten des Einbauelementes (1) parallel zu einer der Wände des Kanal (2) verlaufen oder mit dieser Wand einen Winkel von geringer Gradzahl einschließt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbauelement (1) mit Durchbrechungen (11) versehen ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechung (11) eine gradlinige Begrenzung aufweist und durch Ausschneiden und Ausbiegen des der Durchbrechung (11) entsprechenden Flächenelementes aus der Ebene des Einbauelementes (1) gefertigt ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbauelement (1) an einem Träger (7) befestigt ist, der an zwei gegenüberliegenden Wänden des Kanals (2) oder außerhalb des Kanals (2) abgestützt ist und daß

der Träger (7) auf der Anströmseite des Gasstromes innerhalb der konkaven Wölbung (4) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Abströmseite des Gasstromes die abgekanteten Flächen des Einbauelementes (1) durch Spannten (8) verbunden sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einbauelemente (1) in einem Kanal (2) in einer Ebene angeordnet sind, die senkrecht zu der Strömungsrichtung des Gasstromes ausgerichtet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einbauelemente (1) in einem Kanal (2) in einer Ebene angeordnet sind, die in Strömungsrichtung des Gasstromes ausgerichtet ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einbauelemente (1) in einem Kanal (2) in einer oder in mehreren Ebenen angeordnet sind, die schräg zu der Strömungsrichtung des Gasstromes ausgerichtet ist oder sind.
17. Verfahren zur Reduktion von in dem Rauchgas von Verbrennungsanlagen vorhandenen Stickoxiden mit Hilfe eines Reduktionsmittels unter Verwendung einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktionsmittel in den durch das Einbauelement (1) erzeugten Windschatten eingegeben wird.

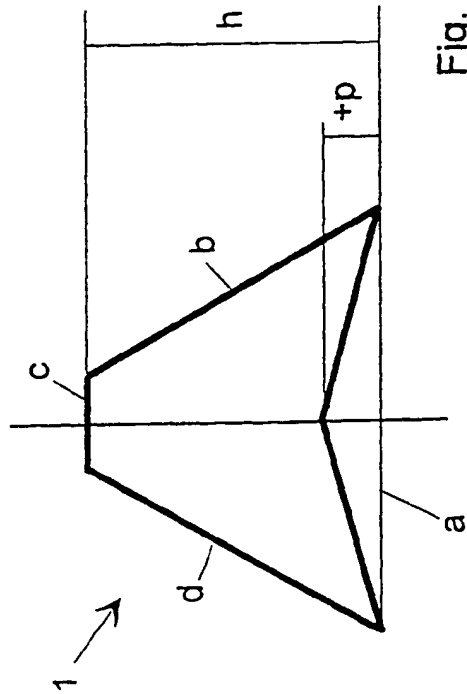


Fig. 1

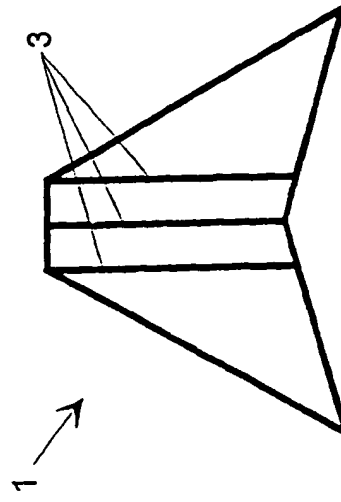


Fig. 2

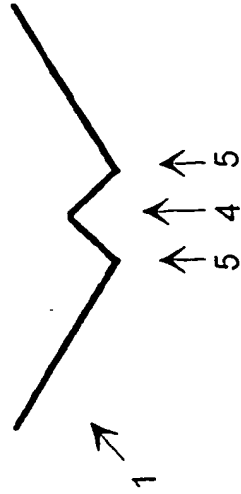


Fig. 3

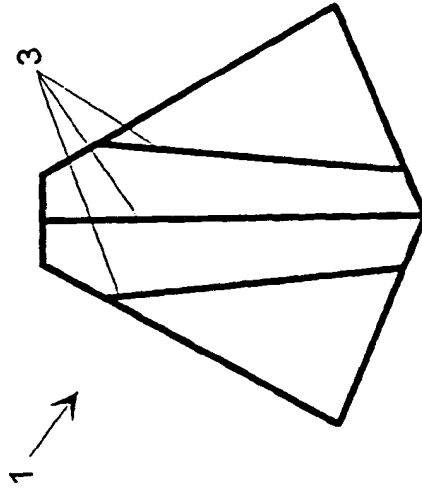


Fig. 4



Fig. 6

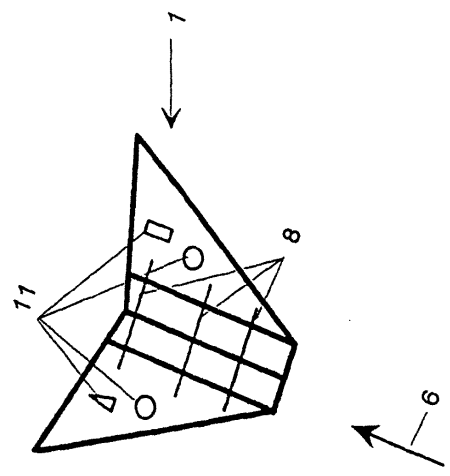
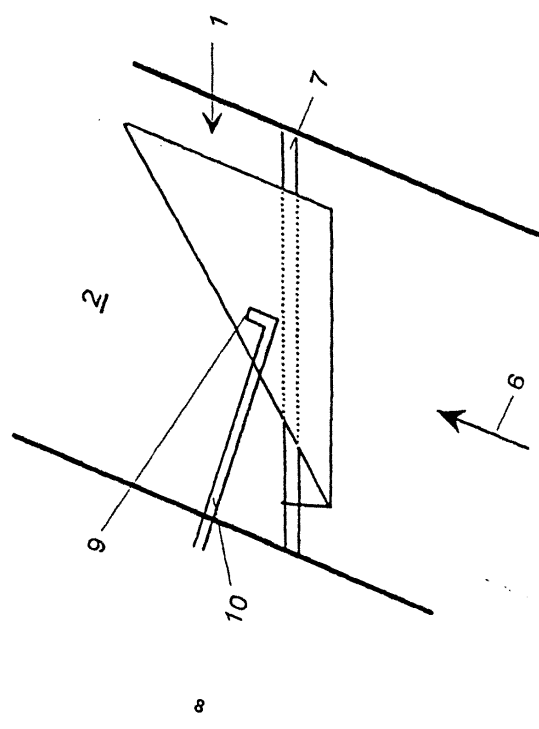


Fig. 5



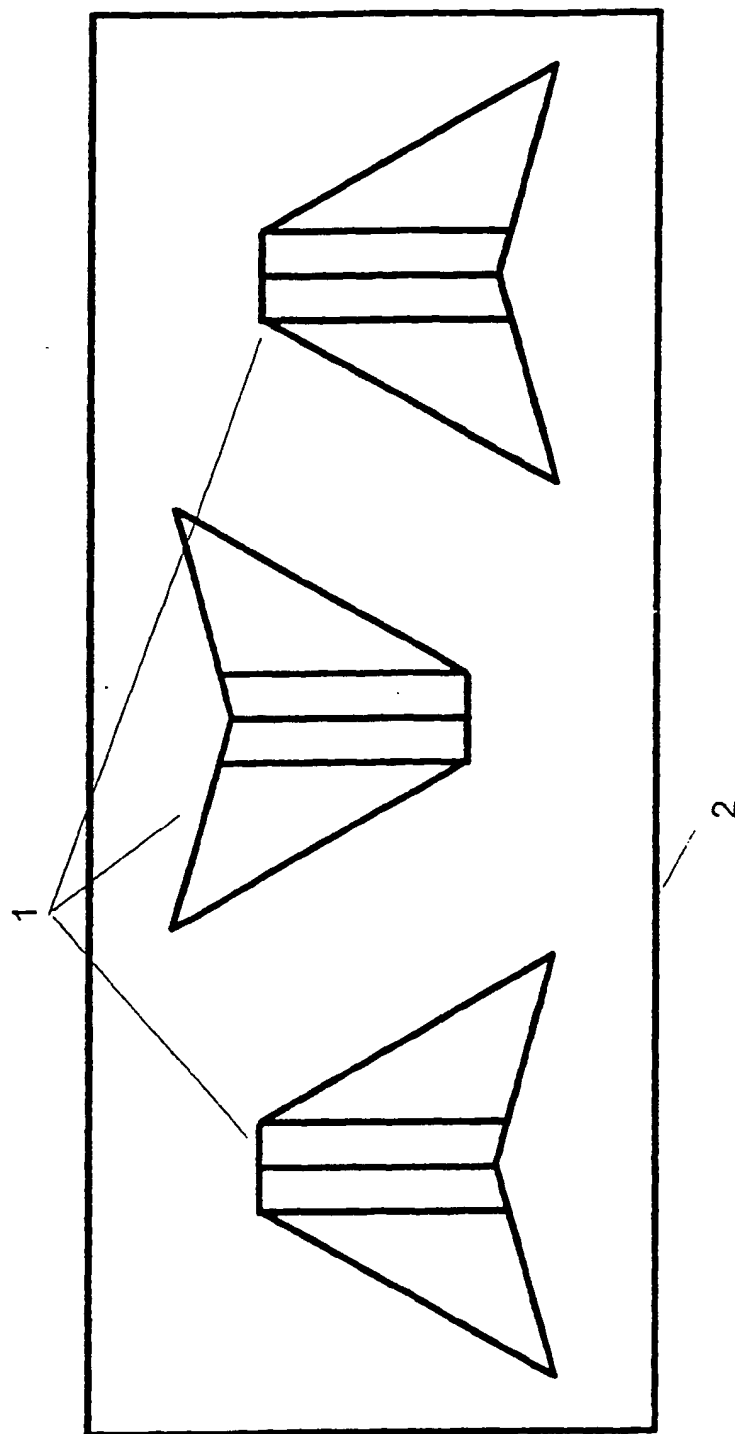
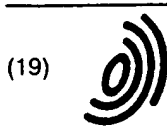


Fig. 7



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 956 897 A3

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
06.12.2000 Patentblatt 2000/49

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B01F 5/06, B01F 5/04

(43) Veröffentlichungstag A2:  
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(21) Anmeldenummer: 99108479.9

(22) Anmeldetag: 30.04.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Dohmann, Joachim Dr.  
46149 Oberhausen (DE)

(74) Vertreter:  
Radünz, Ingo, Dipl.-Ing.  
Schumannstrasse 100  
40237 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: 11.05.1998 DE 19820992

(71) Anmelder: BBP Environment GmbH  
51643 Gummersbach (DE)

(54) Vorrichtung zur Durchmischung eines einen Kanal durchströmenden Gases

(57) Zur Durchmischung eines Gasstromes sind in dem Kanal (2) ein oder mehrere flächenförmige Einbauelemente (1) angeordnet, die gegenüber der Strömungsrichtung des Gasstromes unter einem spitzen Winkel angestellt sind. Das Einbauelement (1) ist als wirbelerzeugende Fläche mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten ausgebildet, deren Verlauf sowohl eine in Strömungsrichtung des Gasstromes als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist. Das Einbauelement (1) weist die Grundform eines Trapezes mit zwei parallelen ungleich langen Kanten auf, dessen kurze Kante in der Einbauposition der Strömungsrichtung des Gasstromes entgegen weist, und dessen lange Kante mit einer Pfeilung versehen ist und in Strömungsrichtung weist. Das Einbauelement (1) ist entlang von drei geraden Linien (3) derart abgekantet, daß zur Anströmung des Gasstromes hin beidseitig einer konkaven Wölbung (4) zwei konvexe Wölbungen (5) in Form eines  $\omega$  (Omega) oder eines W gebildet sind.

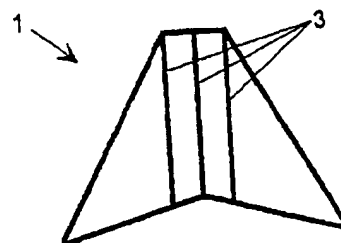


Fig. 2

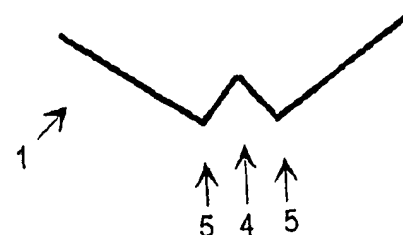


Fig. 3

EP 0 956 897 A3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 8479

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE 43 41 450 A (BMW ROLLS ROYCE GMBH) 8. Juni 1995 (1995-06-08) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	B01F5/06 B01F5/04
A	US 5 330 267 A (TAUSCHER WILLY) 19. Juli 1994 (1994-07-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 1A,,2D,,3 *	1	
A	GB 1 000 941 A (DENIS WILLIAM BAYER ET AL) 11. August 1965 (1965-08-11) * Abbildungen 1,10 *	1	
A	DE 195 42 521 A (RUHRGAS AG) 22. Mai 1997 (1997-05-22) * Zusammenfassung *	1	
A	WO 89 00076 A (MOORE BARRETT & REDWOOD) 12. Januar 1989 (1989-01-12) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-8 *	1	
A	EP 0 063 729 A (BASF AG) 3. November 1982 (1982-11-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.8)
A	US 4 164 375 A (ALLEN DAVID J) 14. August 1979 (1979-08-14) * Zusammenfassung *	1	B01F
A	US 5 839 828 A (GLANVILLE ROBERT W) 24. November 1998 (1998-11-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 4,7-9 *	1	
A	EP 0 638 732 A (BALCKE DUERR AG) 15. Februar 1995 (1995-02-15) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 *	1	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abchlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	12. Oktober 2000	Hoffmann, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur	

EPO FORM 1503 03 82 (P4C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 8479

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE 297 22 388 U (HESTER HILMAR) 26. März 1998 (1998-03-26) * Abbildung 1 *	14-16	
A	US 5 513 982 A (ALTHAUS ROLF ET AL) 7. Mai 1996 (1996-05-07) * Zusammenfassung *		
A	US 4 812 049 A (MCCALL FLOYD) 14. März 1989 (1989-03-14) * Zusammenfassung *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 12. Oktober 2000	Prüfer Hoffmann, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 02 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 8479

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-10-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4341450	A	08-06-1995	KEINE	
US 5330267	A	19-07-1994	DE 59204349 D EP 0546989 A	21-12-1995 16-06-1993
GB 1000941	A		KEINE	
DE 19542521	A	22-05-1997	KEINE	
WO 8900076	A	12-01-1989	AT 99989 T DE 3887164 D EP 0395635 A NO 895272 A	15-01-1994 24-02-1994 07-11-1990 27-12-1989
EP 0063729	A	03-11-1982	DE 3116557 A AT 25201 T DE 3275270 D	11-11-1982 15-02-1987 05-03-1987
US 4164375	A	14-08-1979	GB 1559689 A DE 2723056 A	23-01-1980 01-12-1977
US 5839828	A	24-11-1998	KEINE	
EP 0638732	A	15-02-1995	DE 4325977 A AT 149238 T DE 9321122 U DE 59401852 D ES 2100005 T GR 3022729 T JP 7151108 A	09-02-1995 15-03-1997 15-02-1996 03-04-1997 01-06-1997 30-06-1997 13-06-1995
DE 29722388	U	26-03-1998	KEINE	
US 5513982	A	07-05-1996	DE 59402803 D EP 0623786 A JP 6323540 A	26-06-1997 09-11-1994 25-11-1994
US 4812049	A	14-03-1989	US 4638672 A EP 0277121 A WO 8801369 A	27-01-1987 10-08-1988 25-02-1988

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82